

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

KYUNG JIN BYUN, ET AL.

Application No.:

Filed:

For: **COOKBOOK SEARCH METHOD
IN CELP VOCODER USING
ALGEBRAIC CODEBOOK**

Art Group:

Examiner:

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

REQUEST FOR PRIORITY

Sir:

Applicant respectfully requests a convention priority for the above-captioned application, namely:

COUNTRY	APPLICATION NUMBER	DATE OF FILING
Korea	10-2002-0069567	11 November 2002

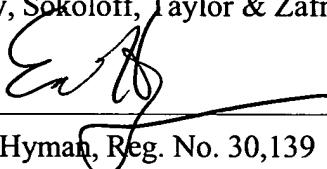
A certified copy of the document is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Blakely, Sokoloff, Taylor & Zafman LLP

Dated: 10/13/03

12400 Wilshire Blvd., 7th Floor
Los Angeles, California 90025
Telephone: (310) 207-3800


Eric S. Hyman, Reg. No. 30,139

대한민국 특허청
KOREAN INTELLECTUAL
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

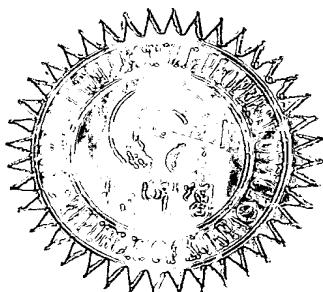
This is to certify that the following application annexed hereto
is a true copy from the records of the Korean Intellectual
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0069567
Application Number

출원년월일 : 2002년 11월 11일
Date of Application NOV 11, 2002

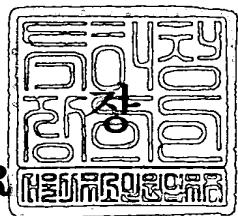
출원인 : 한국전자통신연구원
Applicant(s) Electronics and Telecommunications Research Insti

2003년 09월 25일



특허청

COMMISSIONER





920001006048



10111010000000000000

방 식 심 사 란	당 당	심 사 관

【서류명】 특허출원서**【권리구분】** 특허**【수신처】** 특허청장**【참조번호】** 0001**【제출일자】** 2002.11.11**【발명의 국문명칭】** 대수 코드북을 이용하는 켈프 보코더의 코드북 검색방법**【발명의 영문명칭】** Method for searching codebook in CELP Vocoder using algebraic codebook**【출원인】****【명칭】** 한국전자통신연구원**【출원인코드】** 3-1998-007763-8**【대리인】****【명칭】** 특허법인 신성**【대리인코드】** 9-2000-100004-8**【지정된 변리사】** 변리사 정지원, 변리사 원석희, 변리사 박해천**【포괄위임등록번호】** 2000-051975-8**【발명자】****【성명의 국문표기】** 변경진**【성명의 영문표기】** BYUN, Kyung Jin**【주민등록번호】** 620211-1037621**【우편번호】** 305-390**【주소】** 대전광역시 유성구 전민동 287-6**【국적】** KR**【발명자】****【성명의 국문표기】** 정희범

【성명의 영문표기】 JUNG, Hee Bum

【주민등록번호】 580306-1675715

【우편번호】 305-333

【주소】 대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 132-506

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 김경수

【성명의 영문표기】 KIM, Kyung Soo

【주민등록번호】 511221-1093119

【우편번호】 302-120

【주소】 대전광역시 서구 둔산동 목련아파트 305-706

【국적】 KR

【발명자】

【성명의 국문표기】 김종대

【성명의 영문표기】 KIM, Jong Dae

【주민등록번호】 540809-1110127

【우편번호】 302-243

【주소】 대전광역시 서구 관저동 대자연마을아파트 108-2105

【국적】 KR

【심사청구】 청구

【취지】 특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사
를 청구합니다.

대리인

특허법인 신성 (인)

【수수료】

【기본출원료】	20	면	29,000	원
---------	----	---	--------	---

【가산출원료】	3	면	3,000	원
---------	---	---	-------	---

【우선권주장료】	0	건	0	원
----------	---	---	---	---

【심사청구료】	6	항	301,000	원
---------	---	---	---------	---

【합계】	333,000 원
【감면사유】 정부출연연구기관	
【감면후 수수료】	166,500 원
【기술이전】	
【기술양도】 희망	
【실시권허여】 희망	
【기술지도】 희망	
【첨부서류】 1.요약서·명세서(도면)_1통	

【요약서】

【요약】

깊이우선 가지 검색방법을 사용하는 에이켈프 코드북 검색에 있어서 검색 가지를 제한하는 방법을 사용하여 보다 적은 계산량으로 대수 코드북을 검색하는 방법을 제공하기 위한 것으로, 이를 위해 본 발명은 소정수의 펠스에 대응하는 일련의 트랙들, 각 트랙에 속하는 펠스의 위치들로 구성된 대수코드북을 구비하여, 상기 각 트랙별 펠스의 조합에 따라 코드인덱스를 생성하기 위해 대수코드북을 검색하는 방법에 있어서, 최적의 펠스 위치가 존재할 가지를 예측하기 위해 가지의 일정한 레벨(L)까지 검색하는 제1 단계; 상기 제1 단계의 검색결과에 따라 소정 개수(T)의 가지를 선택하고 나머지는 제거하는 제2 단계; 및 상기 제2 단계에서 선택된 소정개수의 가지만을 검색하여 최적의 대수코드를 선택하는 제3 단계를 포함하는 대수코드북 검색 방법을 제공한다.

【대표도】

도2

【색인어】

보코딩, 켈프, 에이켈프, 깊이우선 가지 검색, 대수코드북.

【명세서】

【발명의 명칭】

대수 코드북을 이용하는 켈프 보코더의 코드북 검색방법{Method for searching codebook in CELP Vocoder using algebraic codebook}

【도면의 간단한 설명】

도1은 통상적인 대수 코드북을 이용하는 켈프 보코더의 인코딩 블럭도.

도2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 대수코드북에서의 대수코드 검색방법을 나타내는 플로우 차트이다.

도3는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 고속 코드북 검색에 따른 검색 가지와 레벨을 도시한 도면.

도4 내지 도6은 본 발명에 의한 고속 코드북 검색 방법을 실시하는 과정을 나타내는 도면.

【발명의 상세한 설명】

【발명의 목적】

【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

본 발명은 음성 압축 기술에 관한 것으로, 특히 켈프(CELP:code excited linear prediction)형 보코딩(Vocoding)에 관한 것으로, 보다 자세하게는 대수코드북(algebraic codebook)을 이용하는 에이켈프(ACELP:Algebraic Code Excited

Linear Prediction)형 보코딩에서 깊이-우선 가지 검색(depth-first tree search) 방법을 사용할 때 코드북 검색시간을 단축할 수 있는 방법에 관한 것이다.

디지털 기술의 음성 전송은 특히 장거리 및 디지털 무선 전화에 보급되고 있다. 음성 전송기술은 전송 채널을 통해 전송되는 정보의 양을 최소로 하는 반면에, 재현된 음성의 높은 음질을 유지하는 방법으로 발전되어 왔다. 음성이 간단하게 샘플링 및 디지털화되어 전송된다면 초당 64킬로비트(64kbps) 정도의 데이터 비율이 일반적인 아날로그 전화의 음질을 달성하기 위하여 요구되는데, 송, 수신측에서 음성 분석에 따른 적절한 코딩, 전송 및 재합성을 이용하게 되면, 전송되는 데이터 비율에 있어서 상당한 감소가 달성될 수 있다. 인간의 음성 발생의 모델과 관련된 파라미터를 추출하므로써 발생된 음성을 압축하기 위한 방법을 사용하는 장치를 일반적으로 보코더(vocoder)라고 불린다.

보코더(음성 인코더/디코더)는, 통신 채널에서 요구되는 전송 대역을 줄이기 위해서 음성 신호를 압축하게 되는데, 호당 요구되는 전송 대역을 감소시킴으로써, 동일 통신 채널당 처리할 수 있는 호의 수를 증가시킬 수 있다.

선형예측코딩(LPC: linear predictive coding) 알고리즘과 같은 초기 음성 코딩 기법은 필터를 사용해서 임의 신호를 제거하여 음성 신호를 압축한다. LPC 필터는 사람의 음성을 표본화하기 위한 스펙트럼 포락(spectral envelope)을 재생한다. 또한, LPC 필터는 무성음에 대해서 잡음성(noise-like) 신호를 수신하여 여기되는 반면, 비음 및 모음에 대해서는 준주기 입력(quasi periodic input)을 수신하여 여기하는 방법을 사용한다.

이후에 보다 효과적으로 코딩하기 위한 방법으로 켈프형 알고리즘이 제안되었다. 켈프형 보코딩은 4-8kbps에서 다른 32kbps 음성 코딩 기법에 필적하는 음성 품질을 얻을 수 있는 음성 데이터 압축 기법이다. 켈프형 보코더는 초기 LPC 알고리즘에 비해 2가지가 개선되었다. 첫째, 켈프형 보코더는 피치 예측기를 이용하여 피치 정보를 추출함으로써 보다 상세한 음성의 포착을 도모한다. 둘째, 켈프형 보코더는 실제 음성 파형으로부터 생성된 잔차 신호(residual signal)로부터 파생된 잡음성 신호도 LPC 필터를 여기시키는 장점을 가지고 있다.

켈프형 알고리즘은 좋은 음질을 유지하면서 저비트율 음성압축을 위하여 널리 사용되고 있다. 이러한 방식을 적용한 음성 부호화기는 셀룰라 통신, 위성통신 및 음성저장 장치등에서 널리 사용되고 있다.

켈프형 알고리즘에 사용되는 코드북으로서 초기에 제안된 코드북의 구조로는 통계적 코드북(Stochastic codebook)이 있다. 이것은 N개의 임의의 샘플로 구성된 코드들의 집합으로 구성된다. 그러나, 켈프(CELP)에 의한 합성 방식은 분석에 의한 합성 방식을 이용하므로 코드북의 탐색에 많은 시간을 필요로 한다. 최근에는 적은 양의 기본 벡터들의 선형조합에 기초한 통계적 코드북을 이용하여 코드북의 탐색시간을 많이 줄였다. 그러나, 이들 1세대 켈프(CELP)는 통계적 코드북을 저장하기 위하여 많은 저장 공간을 필요로 하고, 또한 대체적으로 탐색을 위하여 많은 시간을 필요로 한다.

이런 문제를 해결하기 위하여 대수코드북(Algebraic codebook)을 이용하는 켈프(CELP), 즉 에이켈프(ACELP) 알고리즘이 고안되었다.

에이켈프 알고리즘은 최근까지 G.729, GSM-EFR(Global System for Mobile communications-Enhanced Full Rate), EVRC (Enhanced Variable Rate Coder), AMR (Adaptive Multi-Rate) 등의 많은 음성코딩 표준들에 채택 되고 있다. 에이켈프 알고리즘은 여기신호를 모델링하기 위한 코드북을 사용하지 않기 때문에 코드북을 위한 저장공간이 필요 없고, 코드북 검색 방법도 효율적인 방법들을 사용하기 때문에 적은 계산량으로 검색을 할 수 있다.

에이켈프 알고리즘에서는 목표신호와 가장 오차를 적게하는 여기신호 펠스의 위치와 크기를 검색하여야 하는데, 전체 검색방법을 사용하는 경우에는 여전히 많은 계산량이 요구된다. 계산량을 줄이기 위해 사용하는 대표적인 방법으로는 밀착 검색(focused search) 방법과 깊이 우선 가지 검색(depth first tree search) 방법이 있다.

G.729 코덱에서 사용하는 밀착(focused) 검색 방법은 전체검색 방법에서 문턱값을 사용하여 검색 범위를 제한하는 것이고, G.729A에서 사용하는 깊이우선 가지 검색 방법은 밀착 검색 방법 보다 더 효과적으로 계산량을 줄이기 위하여 국부 최대값(local maximum)을 만족하는 가지에 대해서만 검색을 수행하는 방법이다.

도1은 통상적인 대수 코드북을 이용하는 에이켈프 보코더의 인코딩 블럭도이다.

도1을 참조하여 살펴보면, 일반적인 에이켈프 보코더에서는 8kHz로 샘플링된 음성신호 160 샘플(20 msec)을 한 프레임으로 하여 음성신호의 특징을 나타내는 LPC, 피치, 코드북 파라미터 들을 추출한다. 입력음성을 고역통과 필터를 사용하여

DC 성분을 제거한 후 포만트 성분을 추출하기 위하여 30 msec의 비대칭 윈도우와 Levinson-Durbin 알고리즘을 사용하여 10차의 LPC(Linear Predictive Coding) 계수를 구한다.(10) LPC 계수는 양자화 왜곡 및 전송오류를 줄이고, 선형 보간 특성이 좋은 LSP(Line Spectral Pair) 계수로 변환한 후(11), 전송을 위하여 벡터 양자화를 수행한다(12).

이어서, 양자화 과정이 끝나면 다음 단계인 피치 검색 및 코드북 검색에서 사용하기 위한 부 프레임 단위에 적합한 LPC 계수들을 구하기 위하여 LSP 계수의 선형 보간을 수행한 후 다시 LPC 계수로의 역변환 과정을 수행한다.

피치 검색은 계산량을 줄이기 위하여 개루프(open-loop) 검색(13) 과정과 폐루프(closed-loop) 검색(14) 과정의 2단계로 나누어 수행한다. 우선적으로 대략적인 피치 지연값을 구하기 위하여 계산량이 적은 개루프 검색을 통해 정수의 피치 지연 값 T_0 를 결정한 후(13), 이 값을 기준으로 주변의 적은 범위의 값들에 대해서만 폐루프(closed-loop) 검색을 수행하여 정확한 피치 지연 값을 구하게 된다(14).

개루프 검색이 끝나면 폐루프 검색을 위하여 임펄스 응답($h(n)$)(15) 및 목표 신호($x(n)$)(16)를 계산한다. 목표신호의 계산은 가중화된 입력 음성 신호에서 가중화 합성필터의 영입력 응답 신호를 제거하여 얻을 수 있다. 폐루프 검색에서는 앞에서 구해진 개루프 지연 값의 주변 값에 대하여 목표신호와 합성된 음성 신호와의 평균 자승 오차를 최소화하는 피치 지연값을 결정하게 된다(14).

이어서 대수 코드북 검색을 하기 위하여 목표 신호($x_2(n)$)을 계산한다(17).

여기서의 목표신호($x_2(n)$)는 앞에서 사용한 목표신호($x(n)$)에서 피치 성분을 제거하여 구해진다. 이어서 대수 코드북검색(18)에서 목표신호($x_2(n)$)와 합성된 음성 신호와의 평균 자승 오차를 최소화 하는 펠스의 위치 및 부호를 결정하게 된다. 대수 코드북의 구성은 부 프레임의 여기 신호를 효율적으로 모델링하기 위하여 부 프레임을 미리 정해진 트랙으로 나누고 각 트랙별로 일정한 개수의 펠스를 할당하게 된다. 여기서 각 펠스의 크기는 계산량을 줄이기 위하여 미리 ± 1 로 고정하고 있다. 결과적으로 전송되는 대수 코드북의 정보는 각 트랙 내의 펠스의 위치와 부호이다.

다음의 수학식1은 입력음성과 합성음성 사이의 평균제곱오차를 나타내는 식이다. 에이젠프 코딩에서 대수 코드북의 검색은 여기신호의 펠스열을 찾는 과정으로서, 이는 아래의 수학식1을 최소화 하는 과정이다.

【수학식 1】

$$E_k = \|X - gH c_k\|^2$$

여기서 X 는 적응코드북의 예측이득이 제거된 목표신호이고, g 는 코드북 이득이고, $H=h^t h$ 는 가중 합성필터의 임펄스 응답으로부터 형성되는 "lower triangular Toeplitz convolution matrix"이고(수학식2 참조), c_k 는 인덱스를 k 로 하는 대수 코드 벡터이다.

【수학식 2】

$$\mathbf{H} = \begin{bmatrix} h(0) & 0 & 0 & 0 & 0 \\ h(1) & h(0) & 0 & 0 & 0 \\ h(2) & h(1) & h(0) & 0 & 0 \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ h(n-1) & h(n-2) & \dots & h(1) & h(0) \end{bmatrix}$$

여기서 $h(n)$ 은 임펄스 응답이고, $n=40$ (부 프레임 크기)이다.

계속해서 설명하면, 수학식1의 최소화는 아래의 수학식3와 같이 주어진다.

【수학식 3】

$$E_k = x^t x - \frac{(x^t H c_k)^2}{c_k^t H^t H c_k}$$

수학식3로부터 최적의 코드벡터는 아래 수학식4를 최대화함으로써 결정되어 진다.

【수학식 4】

$$T_k = \frac{(C_k)^2}{E_k} = \frac{(x^t H c_k)^2}{c_k^t H^t H c_k} = \frac{(d^t c_k)^2}{c_k^t \Phi c_k}$$

여기서 d 는 목표신호 $x(n)$ 과 임펄스 응답 $h(n)$ 의 상관관계, 즉 $d = H^T x$ 를 나타내는 신호로써 일반적으로 역필터링된 목표신호로 불리어 진다 (참고: $d^T = [d_1, d_2, d_3, \dots, d_{n-1}]$). 또한, x 는 적응코드북의 예측이득이 제거된 목표신호이고, $\Phi = H^T H$ 는 $h(n)$ 의 상관관계 매트릭스이다.

대수 코드 벡터는 적은 수의 영이 아닌 펠스로 구성 되기 때문에 수학식4에 서의 분자항은 다음의 수학식5와 같이 표현된다.

【수학식 5】

$$C_k = \sum_{i=0}^{N_p-1} s_i d(m_i)$$

여기서 m_i 는 i 번째 펠스의 위치이고, s_i 는 펠스의 부호, 그리고, N_p 는 펠스의 개수를 나타낸다. 그리고 수학식4의 분모항은 다음의 수학식6과 같이 표현될 수 있다.

【수학식 6】

$$E_k = \sum_{t=0}^{N_p-1} \phi(m_i, m_j) + 2 \sum_{t=0}^{N_p-1} \sum_{t=j+1}^{N_p-2} s_i s_j \phi(m_i, m_j)$$

수학식6에서 $d(n)$ 신호와 상관식 $\phi(i, j)$ 는 검색과정에서의 계산량을 줄이기 위하여 검색 전에 미리 계산된다. 에이켈프 코드북 검색 방법 중에서 전체 검색 방법은 펠스의 조합의 수가 많기 때문에 보다 효율적인 검색을 위하여 밀착 검색이나, 깊이우선 가지 검색 방법등이 제안되었다.

밀착 검색 방법은 검색과정을 좀더 간단히 하기 위하여 마지막 루프에 대한 검색을 하기 전에 미리 계산된 문턱값을 사용하여 문턱값을 초과하는 경우에만 루프에 들어가 검색을 계속하도록 하는 방법이다. 그러나 이러한 밀착검색 방법을 사용하더라도 구하고자 하는 펠스의 개수가 많아지면 검색에 대한 계산량이 많아져 구현에 어려움이 있다.

깊이우선 가지 검색 방법은 밀착검색을 더욱 개선 한 것으로 각 트랙의 국부 최대값을 초기펠스로 선택하여 국부 최적화한(local optimization) 값을 선택하여 가능성이 제일 큰 가지에 대해서만 검색을 수행하는 방법이다.

깊이우선 가지 검색 방법을 사용하는 대표적인 코덱으로 GSM EFR 코덱이 있다. GSM EFR 코덱의 경우 40개의 펠스중에서 10개의 펠스의 위치 및 크기를 결정하는 것으로 이 때에는 가능한 조합의 수가 총 ${}_{40}C_{10} = 847 * 10^6$ 로 많은 계산량이 요구되

지만, 깊이우선가지 검색 방법을 사용하면 $4*(4*(8*8))=1024$ 번의 검색으로 펄스의 위치를 결정하게 되어 검색의 복잡도가 대폭 줄어들게 된다.

한편, 대수 코드북에서는 부 프레임의 여기 신호를 효율적으로 모델링하기 위하여 부 프레임을 미리 정해진 트랙으로 나누고 각 트랙별로 일정한 개수의 펄스를 할당하게 된다. 그리고 각 펄스의 크기도 검색과정에서의 계산량을 줄이기 위하여 미리 ± 1 로 고정하고 있다. GSM-EFR 코덱의 경우는 하기의 표 1과 같이 40개의 부프레임의 여기신호를 5개의 트랙으로 나누고 각 트랙마다 2개의 펄스를 사용하여 모델링하므로 총 10개의 펄스에 대하여 그 위치와 부호 정보를 전송하게 된다.

【표 1】

트랙	펄스	위치
1	i0, i5	0, 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35
2	i1, i6	1, 6, 11, 16, 21, 26, 31, 36
3	i2, i7	2, 7, 12, 17, 22, 27, 32, 37
4	i3, i8	3, 8, 13, 18, 23, 28, 33, 38
5	i4, i9	4, 9, 14, 19, 24, 29, 34, 39

하지만 이러한 깊이우선 가지(depth first tree) 검색 방법을 사용하여 1024 번으로 줄였다 하더라고, 상기 1024번의 검색횟수는 GSM EFR 코덱의 경우 여전히 전체 인코더 계산량의 약 40% 정도를 차지할 정도로 많은 계산량을 차지하고 있다.

【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

본 발명에서는 위와 같은 문제점을 해결하고자 제안된 것으로, 깊이우선 가지 검색방법을 사용하는 에이젤프 코드북 검색에 있어서 검색 가지를 제한하는 방

법을 사용하여 보다 적은 계산량으로 대수 코드북을 검색하는 방법을 제공하는 것을 목적으로 한다.

【발명의 구성】

상기의 문제를 해결하기 위하여 본 발명은 소정수의 펠스에 대응하는 일련의 트랙들, 각 트랙에 속하는 펠스의 위치들로 구성된 대수코드북을 구비하여, 상기 각 트랙별 펠스의 조합에 따라 코드인덱스를 생성하기 위해 대수코드북을 검색하는 방법에 있어서, 최적의 펠스 위치가 존재할 가지를 예측하기 위해 가지의 일정한 레벨(L)까지 검색하는 제1 단계; 상기 제1 단계의 검색결과에 따라 소정 개수(T)의 가지를 선택하고 나머지는 제거하는 제2 단계; 및 상기 제2 단계에서 선택된 소정 개수의 가지만을 검색하여 최적의 대수코드를 선택하는 제3 단계를 포함하는 대수 코드북 검색 방법을 제공한다.

본 발명은 에이첼프 알고리즘에서 계산되어지는 정규화된 상관관계 값을 이용하여 검색하는 방법중에서, 깊이우선 가지(depth first tree search) 방법을 사용하여 검색하였을 때 최종적으로 선택되어 질 가지를 미리 예측하여 가능성이 적은 가지는 검색과정에서 제외하고, 최종적으로 선택될 가능성이 높은 가지만을 선택하여 검색하는 대수코드북 검색방법에 관한 것이다. 이렇게 함으로서, 검색 과정을 위한 추가의 계산이 필요 없고, 선택 가능성은 예측하기 위한 비교 과정만이 추가적으로 필요하게 된다.

이하, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자가 본 발명의 기술적 사상을 용이하게 실시할 수 있을 정도로 상세히 설명하기 위하여, 본 발명의 가장 바람직한 실시예를 첨부된 도면을 참조하여 설명하기로 한다.

도2는 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 대수코드북에서의 대수코드 검색방법을 나타내는 플로우 차트이다.

도2에 도시된 바와 같이, 본 실시예에 따른 깊이우선 가지 검색 방법을 사용하는 에이켈프형 보코더의 대수 코드북 검색방법은 최적의 펠스 위치가 존재할 가지를 예측하기 위해 가지의 일정한 레벨(L)까지 검색하고(100), 다음으로 상기 검색결과에 따라 소정의 가지(T)를 선택하고 나머지는 제거한다(200). 이어서 선택된 소정의 가지만을 검색하여 최적의 대수코드를 선택한다(300).

도3는 본 발명에 따른 고속 코드북 검색에 따른 검색 가지와 레벨을 예시한 도면이고, 도4 내지 도6은 본 발명에 의한 고속 코드북 검색 방법을 실시하는 과정을 예시한 도면이다. 특히, 도4는 본 발명의 고속 코드북 검색에 따라 각 트랙에서의 최대값 및 전체의 최대값을 나타낸 도면이고, 도5는 펠스(i_0, i_1)의 고정 및 펠스(i_2, i_3)의 검색을 나타내는 도면이고, 도6는 전체 펠스 10개에서의 검색예를 보여주는 도면이다.

이하에서는 도3 내지 도6을 참조하여 본 실시예에 따른 고속 대수코드북 검색방법에 대해 설명한다. 특히, 본 실시예에서는 레벨1까지 계산을 먼저하고, 2개의 가지(tree)를 선택하는 것으로 가정한다.

먼저 첫번째로 정규화된 역방향 필터링된(backward filtered) 타겟신호와 정

규화된 장기 예측 잔차(long-term prediction residual) 신호의 합을 $b(n)$ 이라 하면, 이 $b(n)$ 신호에 대하여 각 트랙에서 최대값을 하나씩 찾아서 $pos_max[]$ 에 저장한다.(도4에 도시된 30, 31, 32, 33, 34)

이어서 두번째로, 각 트랙에서 찾은 최대값들 중에서 가장 큰 값, 즉 글로벌 최대값(global maximum, 예컨대 도4의 31)을 가지고 있는 트랙의 번호(를 $ipos[0]$ 에 저장한다. 그러면 글로벌 최대값(31)을 갖는 위치(트랙T1의 5번째)는 $pos_max[ipos[0]]$ 에 저장되어 있게 된다.

이어서 세번째로, 첫번째 펠스($i0$)를 고정시키고 나서(40), 두번째 펠스($i1$)은 그 다음 트랙에서의 최대값을 갖는 위치에 고정한다.(예컨대 도5의 41)

이어서 네번째로, 펠스($i2, i3$)의 위치를 정하기 위하여 그 다음 두개의 트랙($T3, T4$)에서 총 8×8 번의 검색을 하여 최대값을 갖는 위치를 찾는다.(예컨대 도5의 42, 43)

이어서 다섯번째로, 펠스($i1$)의 시작위치를 순회적으로 이동시키면서 펠스쌍($i2, i3$)을 선택한다(도3의 21 참조). 예를 들어 펠스($i1$)이 트랙($T3$)의 국부 최대값에 위치하게 된다면, 펠스($i2, i3$)은 트랙($T2, T4$)에서 검색하여 선택될 것이다. 즉 펠스($i1$)의 위치가 처음에는 도4의 32에 위치 하지만 순차적으로 33, 34, 30의 위치로 바꾸어 가며 그에 따른 펠스($i2, i3$)를 검색하게 된다. 이 과정은 총 4 번 반복되므로 필요한 검색의 횟수는 총 $4 \times (8 \times 8) = 256$ 번이 된다.

이어서 여섯번째로, 앞에서 펠스($i2, i3$)까지 계산된 결과 값(수학식4의 T_k)

를 비교하여 큰 값 2개만(도3의 22,23)을 계속 검색할 2개의 가지로 선택하고, 나머지 가지들은 제외한다. 여기서 제외되는 가지들은 최종적으로 선택될 가능성이 적은 가지이다. 여기서 계산된 결과값으로는 상기의 수학식4를 이용한다.

이어서 일곱번째로, 선택된 2개의 가지에 대하여 각각 펠스(i4,i5), 펠스(i6,i7), 펠스(i8,i9)을 결정하기 위한 검색을 순차적으로 수행한다(도6). 이 때 선택한 가지가 2개(도3의 22,23)이므로 필요한 검색의 횟수는 총 $2 \times (3 \times (8 \times 8)) = 384$ 번이 된다.

따라서 전술한 바와 같이, 레벨1단계까지 검색하여 2개의 가지만을 선택하고, 나머지는 제거하는 검색 방법을 택하게 되면, 총 8개의 펠스 위치를 각각 가지는 5개의 트랙(T0~T4)중에서 10개의 펠스 위치를 선택하기 위한 검색 횟수로 상기의 다섯번째 단계의 256번과 일곱번째 단계의 384번의 합인 640번의 검색이 필요하다.

종래에는 5개의 트랙(T0~T4)중에서 10개의 펠스를 선택하기 위한 검색 횟수로 1024번의 검색횟수가 필요하였다. 따라서 본 발명의 대수코드북 검색방법에 따라 레벨1단계까지 검색하여 2개의 가지만을 선택하게되면, 종래대비 약 40%의 계산량을 줄일 수 있게 되는 것이다.

본 발명에 따른 검색 방법에서의 회수를 일반화시키면, 검색에 포함되는 가지의 개수를 T라 하고, 제거할 가지를 결정하기 위해 계산하는 레벨의 수를 L이라 할 때, 검색에서 제거할 가지를 결정하기 위한 검색의 횟수는 $4 \times L \times (8 \times 8)$ 이 되고, 선택된 가지에 대해서 검색하는데 필요한 검색횟수는 $T \times (4-L) \times (8 \times 8)$ 이

되어 총 검색 횟수는 $4 \times L \times (8 \times 8) + T \times (4-L) \times (8 \times 8)$ 이 된다. 선택되는 가지(T) 및 검색할 레벨(L)에 따른 계산결과를 다음의 표 2에 나타내었다.

【표 2】

가지	레벨0	레벨1	레벨2	레벨3	레벨4
1	256(25.0%)	448(43.8%)	640(62.5%)	83281.3%)	1024(100%)
2	512(50.%)	640(62.5%)	768(75.0%)	896(87.5%)	1024(100%)
3	768(75.0%)	832(81.3%)	896(87.5%)	960(93.8%)	1024(100%)

예를 들어 펠스가 존재할 확률이 높은 가지를 선택하기 위해 레벨2까지 검색하고, 2개의 가지를 선택하게되는 경우에는 768번의 검색을 하게 되고, 이 때에는 종래(1024번)대비 약 75%의 계산량만 필요하게 되어 약 25%의 계산량을 줄일 수 있다.

또한, 레벨1과 2개의 가지에 대해서 검색을 실시하는 경우 전체 검색 방법에 비하여 약 60%의 계산량만 필요하게 되어 약 40%의 계산량을 줄일 수 있게 된다. 따라서 선택되는 레벨(L)과 가지(T)에 따라 상기 표2에 도시된 바와 같이 이전의 방법보다 계산량을 줄일수 있다.

전술한 실시예에서와 같이 레벨을 1까지 2개의 가지를 선택할 경우에는 종래의 깊이우선 가지 방법에 비해 약 40%정도의 검색 복잡도를 줄일 수 있고, 이로 인해 저가의 DSP 칩으로도 에이켈프알리고리즘 구현이 용이하고, 또한 줄어든 계산량 만큼의 전력소모를 줄일 수 있으므로 보다 효율적으로 시스템을 설계할 수 있다.

본 발명의 기술 사상은 상기 바람직한 실시예에 따라 구체적으로 기술되었으나, 상기한 실시예는 그 설명을 위한 것이며 그 제한을 위한 것이 아님을 주의하여야 한다. 또한, 본 발명의 기술 분야의 통상의 전문가라면 본 발명의 기술 사상의

범위 내에서 다양한 실시례가 가능함을 이해할 수 있을 것이다.

【발명의 효과】

본 발명에서는 에이켈프 알고리즘을 사용하는 보코더의 고정 코드북 검색과정을 개선하여 종래의 깊이 우선 가지 검색(depth first tree search) 방법에 비해 약 40%정도의 검색 복잡도를 줄였다. 이와 같이 계산량을 줄임으로써 처리속도 낮은 저가의 DSP칩으로도 보코더를 실시간 구현을 할 수 있게 된다. 또한 코드북 검색 시에 줄인 계산량 만큼의 처리과정을 다른 서비스기능을 위해 사용할 수 있으므로 보다 경제적인 보코더 시스템을 설계할 수 있게 된다. 그리고 보코더의 처리하는 계산량은 소비전력에 직접적인 영향을 주기 때문에 계산량을 줄이는 것은 휴대용 보코더의 사용시간을 연장시킬 수 있게 되어 상품의 대외 경쟁력을 높일 수 있는 등의 장점을 갖는다.

【특허청구범위】

【청구항 1】

깊이우선 가지 검색 방법을 사용하는 에이켈프형 보코딩에서, 소정수의 펠스에 대응하는 일련의 트랙들, 각 트랙에 속하는 펠스의 위치들로 구성된 대수코드북을 구비하여, 상기 각 트랙별 펠스의 조합에 따라 코드인덱스를 생성하기 위해 대수코드북을 검색하는 방법에 있어서,

최적의 펠스 위치가 존재할 가지를 예측하기 위해 가지의 일정한 레벨(L)까지 검색하는 제1 단계;

상기 제1 단계의 검색결과에 따라 소정 개수(T)의 가지를 선택하고 나머지는 제거하는 제2 단계; 및

상기 제2 단계에서 선택된 소정개수의 가지만을 검색하여 최적의 대수코드를 선택하는 제3 단계

를 포함하는 대수코드북 검색 방법.

【청구항 2】

제 1 항에 있어서,

상기 제1 단계는

검색할 레벨 'L' 을 결정하는 제4 단계;

상기 각 트랙에서 최대값을 하나씩 찾는 제5 단계;

상기 최대값들 중에서 가장 큰 값을 가지는 펠스를 첫번째 펠스로 고정시키

는 제6 단계:

상기 고정된 첫번째 펄스의 다음 트랙에서 찾은 최대값을 두번째 펄스로 고정시키는 제7 단계;

상기 고정된 두번째 펄스의 다음 두 트랙에서 세번째 펄스, 네번째 펄스를 검색하는 제8 단계; 및

상기 제5 단계에서 찾은 각 트랙의 최대값-상기 첫번째 펄스를 제외한-을 순회적으로 이동하여 상기 두번째 펄스로 고정한 다음 상기 제8 단계를 수행하는 제9 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 대수코드북 검색방법.

【청구항 3】

제 1 항에 있어서,

상기 제2 단계에서 T개의 가지를 선택하기 위하여 하기의 수학식을 사용하는 것을 특징으로 하는 대수코드북 검색방법.

(수학식)

$$T_k = \frac{(C_k)^2}{E_k} = \frac{(x^t H c_k)^2}{c_k^t H^t H c_k} = \frac{(d^t c_k)^2}{c_k^t \Phi c_k}$$

【청구항 4】

제 1 항에 있어서,

상기 대수코드북은 각각 8개의 펠스 위치를 가지는 트랙을 5개 구비하고, 상기 5개의 트랙에서 각각 2개의 펠스 위치를 검색하는 데 있어서,
상기 제1 단계에서 상기 일정한 레벨(L)까지 검색하는 횟수는 $4 \times L \times (8 \times 8)$ 임을 특징으로 하는 대수 코드북 검색 방법.

【청구항 5】

제 4 항에 있어서,

상기 제2 단계에서 선택된 소정의 갯수(T)의 가치를 검색하는 데 필요한 검색횟수는 $T \times (4-L) \times (8 \times 8)$ 인 것을 특징으로 하는 대수 코드북 검색 방법.

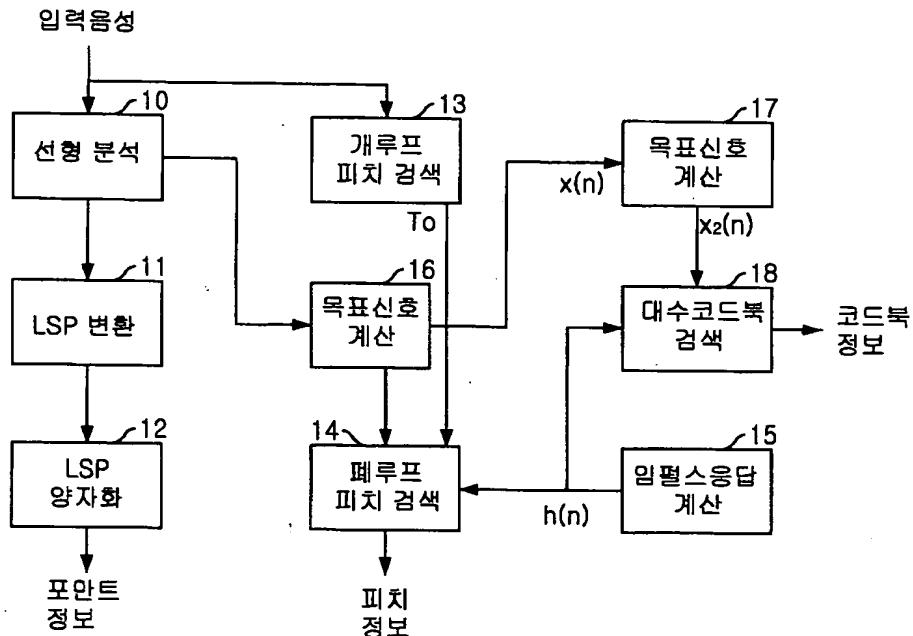
【청구항 6】

제 1 항에 있어서,

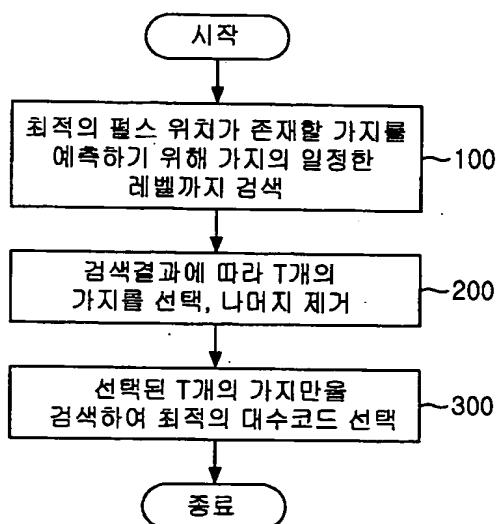
상기 대수코드북은 각각 8개의 펠스 위치를 가지는 트랙을 5개 구비하고, 상기 5개의 트랙에서 각각 2개의 펠스 위치를 검색하는 데 있어서,
상기 제1 단계 내지 제3 단계에서 대수코드북을 검색하는 총 횟수는 $4 \times L \times (8 \times 8) + T \times (4-L) \times (8 \times 8)$ 인 것을 특징으로 하는 대수 코드북 검색 방법.

【도면】

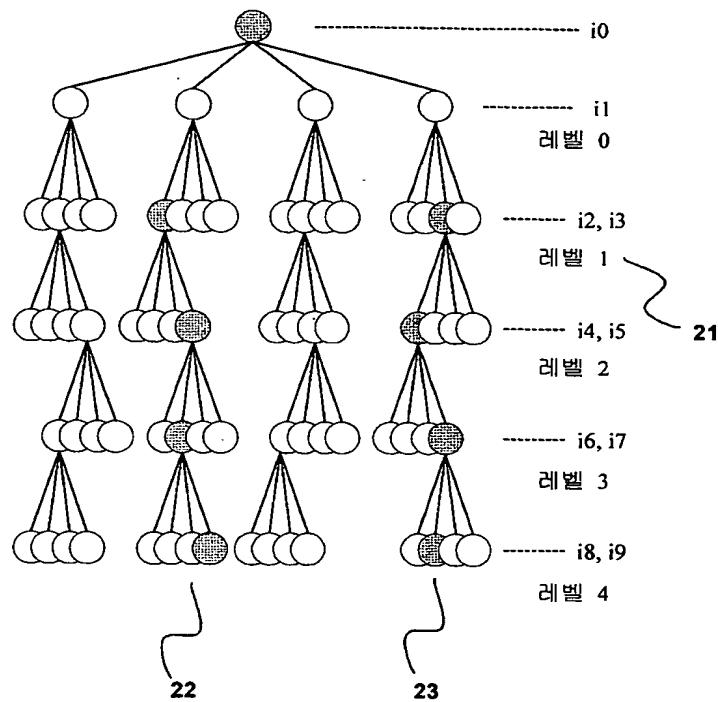
【도 1】



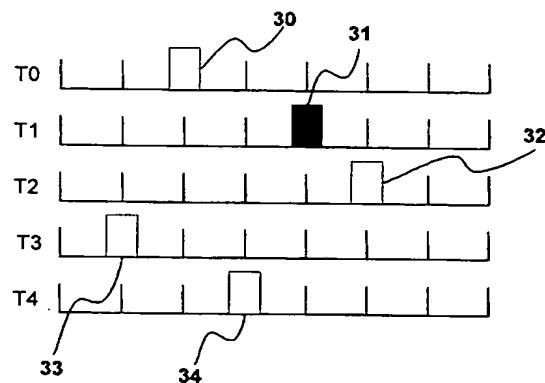
【도 2】



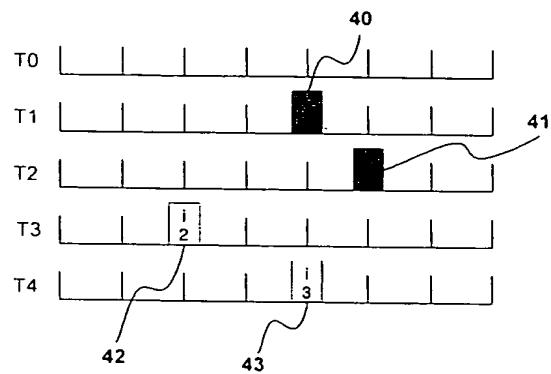
【도 3】



【도 4】

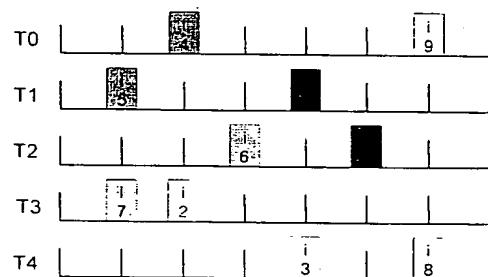


【도 5】



<펄스(i0, i1)의 고정 및 펄스(i2, i3)의 검색>

【도 6】



<전체 펄스 10개의 검색 예>